

Method of chemical/mechanical polishing of the surface of semiconductor device

Patent Number: ☐ US6468911
 Publication date: 2002-10-22
 Inventor(s): MIYASHITA NAOTO (JP); NISHIOKA TAKESHI (JP)
 Applicant(s): TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO (JP)
 Requested Patent: ☐ JP2001077060
 Application Number: US20000655918 20000906
 Priority Number(s): JP19990254565 19990908
 IPC Classification: H01L21/00
 EC Classification: B24B37/04B, C09G1/02, H01L21/321P2
 Equivalents: TW502331

Abstract

The surface of a semiconductor device is polished by first supplying a polishing pad with a slurry that contains a solvent, abrasive grains, and an additive for making the viscosity of the slurry variable so that the top portion of the polishing pad is soaked with the slurry, then supplying the polishing pad with a viscosity modifier for increasing the viscosity of the slurry and hardening the top portion of the polishing pad soaked with the slurry, and finally polishing the surface of the semiconductor device with the slurry having its viscosity increased and the polishing pad having its top portion hardened

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-77060
(P2001-77060A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターコード* (参考)
H 0 1 L 21/304	6 2 1	H 0 1 L 21/304	6 2 1 D
	6 2 2		6 2 2 D
			6 2 2 F

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-254565

(22) 出願日 平成11年9月8日 (1999.9.8)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 宮下 直人

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 西岡 岳

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100058479

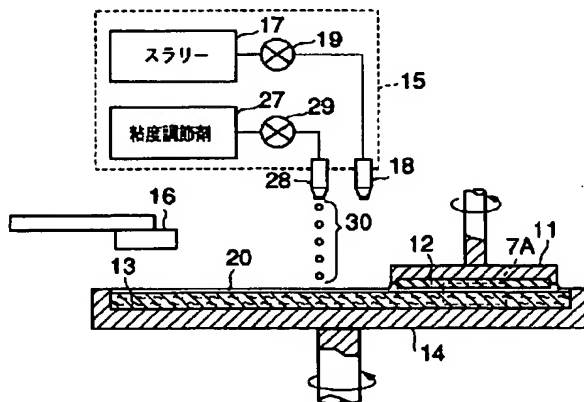
弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 “スクラッチング”の増加を抑制しつつ、“ディッシング”を抑制できる半導体装置の製造方法を提供すること。

【解決手段】 溶媒（無機系アルカリ水溶液）、およびこの溶媒に混合された砥粒（コロイダルシリカ）、および粘度を変変とする添加剤（ヒドロキシセルロース）を含むスラリー20を研磨パッド13に供給して、研磨パッド13の表層部をスラリー20により浸す。次に、研磨パッド13に粘度調節剤（純水）30を供給し、スラリー20をゲル化させるとともに、研磨パッド13の表層部を硬化させる。この後、ウェーハ12の被研磨面を、ゲル化されたスラリー20および研磨パッド13の硬化された表層部により化学的機械研磨する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 溶媒、およびこの溶媒に混合された砥粒および粘度を可変とする添加剤を含むスラリーを研磨パッドに供給し、前記研磨パッドの表層部を前記スラリーにより浸す工程と、

前記スラリーの粘度を上昇させる粘度調節剤を前記研磨パッドに供給し、前記スラリーの粘度を上昇させるとともに、前記スラリーにより浸された前記研磨パッドの表層部を所定の硬度に硬質化させる工程と、

半導体装置の被研磨面を、前記粘度が上昇したスラリーおよび前記研磨パッドの硬質化された表層部により化学的機械研磨する工程とを具備することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記添加剤は、少なくともセルロース類、多糖類、水溶性高分子および界面活性剤のいずれかであることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記粘度調節剤は、純水であることを特徴とする請求項1および請求項2いずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記溶媒は、アルカリ性溶媒であることを特徴とする請求項1乃至請求項3いずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記溶媒は、酸性溶媒であることを特徴とする請求項1乃至請求項3いずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 前記化学的機械研磨の終了後、前記研磨パッドの硬質化された表層部を除去する工程を、さらに具備することを特徴とする請求項1乃至請求項4いずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体装置の製造方法に係わり、特に化学的機械研磨に関する。

【0002】

【従来の技術】化学的機械研磨（Chemical Mechanical Polishing、以下CMP）は、層間絶縁膜、金属配線、および素子分離用のトレンチに充填されたポリシリコン等の平坦化に用いられている。

【0003】CMPを用いて、ポリシリコンを平坦化する場合、平坦化後に研磨の進行を止める目的で、二酸化シリコンや窒化シリコンからなるストッパ膜を使用する。この場合、ストッパ膜に比べて、ポリシリコンを選択的に研磨することが必要である。

【0004】しかし、CMPは、スラリーの化学的作用と砥粒の機械的作用との複合作用によって研磨／エッチングするために、研磨条件の選び方によっては、“ディッシング”が発生してしまう。“ディッシング”とは、図19に示すように、研磨後にトレンチ100に埋め込まれたポリシリコン101の上部に窪み102ができる

ことであり、素子の特性不良、素子歩留りの低下、および素子の信頼性の低下の一因である。

【0005】特に“ディッシング”は、幅の異なるトレンチを同時にポリシリコン等で埋め込むとき、幅の広い（最も幅の狭いトレンチに比べて20倍以上）トレンチで顕著に現れる。“ディッシング”は研磨パッドの変形や、ポリシリコンとストッパ膜との研磨レートの違いにより起こると考えられており、たとえば弾性率の高い研磨パッドや、固定砥粒型の砥石を用いることで改善することが可能である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、弾性率の高い研磨パッドや、固定砥粒型の砥石は硬いため、CMP時、一部の砥粒に荷重が集中してしまい、半導体装置の被研磨面に“スクラッチング”が増加し易くなることが分かっている。“スクラッチング”とは、図20に示すように、半導体装置の被研磨面103にキズ（スクラッチ）104が付くことであり、“ディッシング”同様、素子の特性不良、素子歩留りの低下、および素子の信頼性の低下の一因である。

【0007】このように硬い研磨パッドを用いることは、“ディッシング”を抑制できるものの、“スクラッチング”が増加し易くなることから、半導体装置の研磨に適していない、とされている。

【0008】この発明は、上記事情に鑑みて為されたもので、その目的は、“スクラッチング”の増加を抑制しつつ、“ディッシング”を抑制できる半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明に係る半導体装置の製造方法は、溶媒、およびこの溶媒に混合された砥粒および粘度を可変とする添加剤を含むスラリーを研磨パッドに供給し、前記研磨パッドの表層部を前記スラリーにより浸す工程と、前記スラリーの粘度を上昇させる粘度調節剤を前記研磨パッドに供給し、前記スラリーの粘度を上昇させるとともに、前記スラリーにより浸された前記研磨パッドの表層部を所定の硬度に硬質化させる工程と、半導体装置の被研磨面を、前記粘度が上昇したスラリーおよび前記研磨パッドの硬質化された表層部により化学的機械研磨する工程とを具備することを特徴としている。

【0010】上記構成を有する半導体装置の製造方法によれば、半導体装置の被研磨面を、研磨パッドの硬質化された表層部により化学的機械研磨するので、研磨パッドが変形し難くなり、“ディッシング”が抑制される。

【0011】また、半導体装置の被研磨面を、粘度が上昇したスラリーにより化学的機械研磨するので、被研磨面が平坦になった後、研磨パッドは、スラリーの層でスリップし、被研磨面に接触し難くなる。このため、被研磨面が平坦になった後に、化学的機械研磨の進行が抑制

され、この結果、“ディッシング”が抑制される。

【0012】また、被研磨面が平坦になった後に、化学的機械研磨の進行が抑制されるので、被研磨面に発生する“スクラッチング”の増加も抑制される。

【0013】さらにスラリーの粘度は、粘度調節剤を研磨パッドに供給することで、研磨パッド上で上昇される。このため、研磨パッドの表層部が、半導体装置の被研磨面のうねりに合わせて変形した状態で、上記表層部を硬質化することが可能である。研磨パッドの表層部を、半導体装置の被研磨面のうねりに合わせて変形した状態で硬質化すれば、グローバルな平坦性を向上させることも、可能になる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、この発明の一実施形態を図面を参照して説明する。この説明に際し、全図にわたり、共通する部分には共通する参照符号を付す。

【0015】まず、図1を参照して、CMPに用いられるCMP装置の概要から説明する。

【0016】図1は、この発明の一実施形態に係るCMPに用いたCMP装置を概略的に示した図である。

【0017】図1に示すように、ウェーハキャリア11は、ウェーハ12を保持する。ウェーハ12は、その被研磨面を研磨パッド13に対向させてウェーハキャリア11に保持される。研磨パッド13は、回転テーブル14上に取り付けられている。この発明においては、研磨パッド13には、従来から用いられているものを使用することができ、たとえばポリウレタン等から成る発泡体や、ポリエステル繊維等から成る不織布、あるいはこれらの積層構造等を好ましく用いることができる。

【0018】回転テーブル14の上方には、薬液供給部15が設けられている。薬液供給部15は、スラリー等の薬液を研磨パッド13に供給する。この発明においては、薬液として、溶媒、およびこの溶媒に混合された砥粒および粘度を可変とする添加剤を含むスラリー、およびこのスラリーの粘度を調節する粘度調節剤がそれぞれ用いられる。

【0019】コンディショナー16は研磨終了後に、研磨により摩耗、あるいは目詰まりした研磨パッド13をコンディショニングし、再生させるために用いられる。

【0020】以上がCMP装置の概要である。

【0021】次に、この発明の一実施形態に係るCMPを、より詳細に説明する。

【0022】図2～図5はそれぞれ、この発明の一実施形態に係るCMPの主要な工程を示した図である。

【0023】まず、図2に示すように、研磨パッド13を回転テーブル14に取り付け、ウェーハ12をウェーハキャリア11に保持させる。次いで、回転テーブル14を図中の矢印に示すように回転させる。次いで、薬液供給部15のスラリー槽17とノズル18とを互いに接続するバルブ19を開け、スラリー20を研磨パッド1

3に供給する。スラリー20は、砥粒としてコロイダルシリカを分散させた無機系アルカリ水溶液に、粘度を可変とする添加剤として水溶性高分子剤をさらに添加したものである。無機系アルカリ水溶液の一例はアンモニア水溶液であり、水溶性高分子剤の一例はヒドロキシセルロースである。

【0024】次に、スラリー20が研磨パッド13全体上に広がり、研磨パッド13の表層部がスラリー20により浸された後、ウェーハキャリア11を研磨パッド13の上方に移動、そして降下させる。これにより、ウェーハ12の被研磨面は、スラリー20、およびスラリー20により浸された研磨パッド13に接触される。図2中の破線枠6A内の拡大図を図6(A)に示す。

【0025】図6(A)に示すように、ウェーハ12内にはトレンチ21が複数形成されており、複数のトレンチ21はそれぞれポリシリコン膜22により埋め込まれている。また、トレンチ21を埋め込んだポリシリコン膜22の表面、即ち被研磨面23は段差を持つ。被研磨面23と研磨パッド13との間にはスラリー20による層が存在する、と考えることができる。図6(A)中の破線枠6B内の拡大図を図6(B)に示す。

【0026】図6(B)に示すように、研磨パッド13は、繊維間に生じた微小な空間、または同図に示すように無数の微小気泡24を有している。スラリー20は、微小気泡24を介して研磨パッド13内に染み込み、これにより、研磨パッド13の表層部13'はスラリー20により浸される。なお、同図中、参照符号25は、砥粒としてスラリー20に含ませたコロイダルシリカを示している。

【0027】図10はスラリー20の特性を示す図で、特にスラリー20中のアルカリ濃度とその粘度との関係、およびスラリー20中のアルカリ濃度とそのペーハーとの関係が示されている。

【0028】図2、図6(A)および図6(B)それぞれに示す段階でのスラリー20のアルカリ濃度は、図10に示される約0.5(wt%)を超える値に調整されている。そのペーハー(pH)は約10を超える。また、その粘度は約20(mPa・s)であり、滑らかな状態にある。

【0029】次に、図3に示すように、薬液供給部15の粘度調節剤槽27とノズル28とを互いに接続しているバルブ29を開け、粘度調節剤30を研磨パッド13に供給する。粘度調節剤30の一例は純水である。スラリー20のアルカリ濃度は、研磨パッド13上で、粘度調節剤30によって約0.5(wt%)以下に希釈される。この結果、そのペーハー(pH)は、図10に示すように約10以下となる。また、その粘度は約20(mPa・s)から、300～10000(mPa・s)に上昇する。これにより、スラリー20は、滑らかな状態から粘りのある状態に変化する。これは、スラリー20

に含ませた高分子剤がゲル化するためと考えられる。特にスラリー20のアルカリ濃度が0.25 (wt%) のとき、その粘度は10000 (mPa・s) 程度に急上昇する。この後、アルカリ濃度が低下するに連れて、その粘度は低下する。これは、ゲル化した高分子剤が凝集し、分離するためと考えられる。

【0030】図3中の破線枠7Aの拡大図を図7(A)に、図7(A)中の破線枠7B内の拡大図を図7(B)にそれぞれ示す。

【0031】図7(A)および図7(B)に示すように、スラリー20は、希釈されることによってゲル化される。これとともに研磨パッド13の表層部13'は、スラリー20がゲル化されることで、所定の硬度に硬質化される。たとえばスラリー20がゲル化する前の研磨パッド13の硬度は、“約55” (シェAD硬度) である。これに対し、スラリー20がゲル化した後の研磨パッド13の硬度は、上記“約55”を超える硬度に硬質化される。

【0032】なお、図3においては、スラリー20の供給が停止されているが、スラリー20を研磨パッド13に供給しながら、粘度調節剤30を研磨パッド13に供給するようにしても良い。

【0033】次に、図4に示すように、ウェーハキャリア11に荷重を掛け、ウェーハ12の被研磨面を、粘度が上昇したスラリー20および研磨パッド13の硬質化された表層部13'を用いてCMPする。図4中の破線枠8内の拡大図を、図8(A)、図8(B)にそれぞれ示す。図8(A)は、CMP初期～CMP中期の状態を示しており、図8(B)はCMP終期の状態を示している。

【0034】図8(A)～図8(B)に示すように、CMP初期～CMP中期にかけては、ウェーハ12の被研磨面23の凸部が重点的にCMPされ、CMP終期においては、被研磨面23は平坦となる。

【0035】なお、図4においては、スラリー20、および粘度調節剤30の供給がそれぞれ停止されているが、スラリー20、および粘度調節剤30の少なくとも一方を研磨パッド13に供給しながらCMPを行っても良い。

【0036】この後、図5に示すように、CMPが終了したウェーハ12を研磨パッド13から離す。次いで、コンディショナー16を用いて、研磨パッド13をコンディショニングする。図5中の破線枠9内の拡大図を図9に示す。

【0037】図9に示すように、この発明におけるコンディショニングは、硬質化された表層部13'を除去するように行われる。コンディショニングは、たとえばブラシ、ダイヤモンドドレス、高圧水のいずれかの方法を用いることにより行われる。このように硬質化された表層部13'を除去することで、研磨パッド13の表面に

は、研磨パッド13のうち、硬質化されていない部分が露出する。これにより、研磨パッド13は再生され、上述したCMPを再度行うことができる。図9中、参照符号34は、研磨パッド13の再生面を示している。

【0038】以上のようにして、この発明の一実施形態に係るCMPが終了する。

【0039】次に、この発明の効果を説明する。

【0040】図11は実験に使用したウェーハの概要を示した断面図である。

【0041】図11に示すように、実験に使用したウェーハには、幅0.7μm、長さ5μmのトレンチと、幅、長さともに30μm、45μm、55μm、70μm、100μmのトレンチとをそれぞれ同一平面上に形成し、これらトレンチを、LP-CVD法を用いて堆積されたポリシリコンで埋め込んだものを使用した。ディッシング量は、市販の触針式段差計で測定した。トレンチ幅とディッシング量との関係を図12に示す。

【0042】図12に示す“1液プロセス”は、スラリーとして、コロイダルシリカを分散させた無機系アルカリ水溶液のみを用いた場合、即ち従来であり、“2液プロセス”は、上記一実施形態により説明したように、コロイダルシリカを分散させた無機系アルカリ水溶液にヒドロキシセルロースを添加し、かつ研磨パッド13上で純水により希釈した場合ある。

【0043】図12に示すように、“1液プロセス”では、トレンチ幅が50μm以上になると、500 (nm) 程度のディッシング量を発生したが、“2液プロセス”では、トレンチ幅が100μmでも、ディッシング量は100 (nm) 程度に抑制された。

【0044】このように上記一実施形態によれば“ディッシング”を大幅に抑制することができた。この理由としては、次のようなことが考えられる。

【0045】まず、図8(A)に示すように、CMP初期からCMP中期にかけては、被研磨面23の凸部が、スラリー20および研磨パッド13によって重点的にCMPされる。

【0046】このとき、この発明では、研磨パッド13の表層部13'が硬質化されている。このため、研磨パッド13の研磨面33は、表層部を硬質化しない従来に比べて、変形し難くなっている、と考えることができる。

【0047】特に破線枠31内に示されるように、幅の広いトレンチ21上の凹部32に対向する部分において、研磨パッド13の研磨面33の変形は、従来に比べて抑制される。これにより、特に研磨パッド13の研磨面33の変形に起因した“ディッシング”が抑制されている、と考えられる。

【0048】また、“ディッシング”の抑制には、次のようなことも関係している、と考えられる。

【0049】図8(B)に示すように、CMP終期で

は、被研磨面23は平坦となる。この結果、平坦な被研磨面23と研磨面33との間には、スラリー20の層が生じた状態となる。被研磨面23と研磨面33とによって挟まれたスラリー20の層はせん断を受ける。せん断を受けたスラリー20の層には圧力が発生する。この圧力は、スラリー20の粘度が水と同程度の粘度(数mPa・s)であれば小さい。圧力が小さい、ということは、スラリー20の層が大きく変形することを意味する。スラリー20の層が大きく変形すれば、研磨面33が被研磨面23に接触し易い状況になる。

【0050】しかし、この発明では、スラリー20の粘度が、たとえば100mPa・s以上である。スラリー20の粘度が、たとえば100mPa・s以上になると、スラリー20の層に発生する圧力は大きくなる。圧力が大きくなる、ということは、スラリー20が変形し難くなっていることを意味する。これは、研磨面33が、スラリー20の層上でスリップしている、と考えることができる。特にこの現象は、被研磨面23が平坦であるほど、顕著に発生する。

【0051】(参考文献:T. Nishioka, et al., Proc. of Internal Interconnect Technology Conf., p89(1999))

このようにスラリー20の層が生じ、かつ研磨面33がスラリー20の層上でスリップするようになれば、研磨面33は、被研磨面23に接触し難くなる。研磨面33が被研磨面23に接触し難くなれば、それ以上の研磨の進行が抑制される、と考えることができる。このように研磨の進行が抑制されることでも、“ディッシング”が抑制される、と考えることができる。

【0052】さらにCMP終期において、研磨面33が被研磨面23に接触し難くなることで、被研磨面23に発生する“スクラッチング”の増加を抑制することができる。

【0053】これらの効果を、より良く得るためには、調節後のスラリー20の粘度を、大きくすることが望ましい。

【0054】たとえば図10に示した、ヒドロキシセルロースを添加した無機系アルカリ水溶液(アンモニア水溶液)の場合には、調節前のスラリー20のアルカリ濃度を0.5(wt%)以上としておく(ペーハー=約10.2以上)。そして、スラリー20のアルカリ濃度を0.25(wt%)以下となるように調節する(ペーハー=約10以下)ことが望ましい。

【0055】また、この発明では、スラリーの粘度を、研磨パッド13上で変化させる。これによれば、通常の研磨パッドに比べて弾性率が高い研磨パッドや、固定砥粒型の砥石に比べて、次のような効果を得ることができる。

【0056】図13(A)～図13(C)は固定砥粒型の砥石と、うねりを有するウェーハとの関係を示す図、

図14(A)～図14(C)はこの発明の一実施形態に係るCMPにおける研磨パッドと、うねりを有するウェーハとの関係を示す図である。

【0057】図13(A)、図14(A)に示すように、ウェーハ12は、実際には平坦ではなく、微小なうねりを有するのが通常である。

【0058】このようにうねりを有するウェーハ12を、弾性率が高い研磨パッドや、図13(B)に示す固定砥粒型の砥石113に接触させた場合、うねりにより生じたウェーハ12の凸部が砥石113に接触する。砥石113や弾性率が高い研磨パッドは硬いために変形し難い。このまま、CMPを行うと、図13(C)に示すように、うねりにより生じたウェーハ12の凸部が、大きくCMPされ、グローバルなオーバーポリッシングが発生させてしまう。

【0059】これに対し、この発明の一実施形態に係るCMPにおける研磨パッド13は、粘度調節剤を供給する以前は、通常の研磨パッドと同様に軟らかい状態にある。このため、図14(B)に示すように、うねりを有するウェーハ12を研磨パッド13に接触させたとき、ウェーハ12のうねりに合致するように変形する。たとえば研磨パッド13は、うねりにより生じたウェーハ12の凸部が、研磨パッド13やウェーハ12の回転により描く軌跡に合わせて変形する。

【0060】研磨パッド13がウェーハ12のうねりに合致するように変形した後、研磨パッド13に粘度調節剤を供給し、研磨パッド13の表層部を所定の硬度に硬質化する。これにより、研磨パッド13は、ウェーハ12のうねりに合致するように変形した状態で、その表層部が所定の硬度に硬質化される。

【0061】また、表層部の硬度は、CMP中に粘度調節剤を供給することで、CMPの最中でも所定の硬度(あるいは軟らかさ)を保つ、あるいは調節することが可能なので、回転中も常にウェーハ12のうねりに研磨パッド13を合致させることが可能である。よって、図14(C)に示すように、図13(C)に示す場合に比べて、うねりにより生じたウェーハ12の凸部が大きくCMPされてしまうことが抑制される。

【0062】このように、この発明では、通常の研磨パッドに比べて弾性率が高い研磨パッドや、固定砥粒型の砥石に比べて、“スクラッチング”の増加を抑制できるだけでなく、グローバルなオーバーポリッシング等の発生を抑制でき、グローバルな平坦性を向上できる、という効果をさらに得ることができる。

【0063】また、研磨パッド13が、スラリー20の層上でスリップすることによれば、構造的な強度が低い箇所においても、CMPが可能となる、という効果を得ることができる。

【0064】構造的な強度が低い箇所の一例は、層間絶縁膜として低誘電率絶縁膜を用いた場合のダマシン構造

である。低誘電率絶縁膜とは、層間絶縁膜として一般的であるCVD法により堆積した二酸化シリコン膜(以下CVD-SiO₂)の誘電率よりも、誘電率を低くできる絶縁膜を指す。具体的な例としては、SOG(Spin On glass)と呼ばれる回転塗布法により塗布された二酸化シリコン膜(以下SOG-SiO₂)や、ポリイミドなどである。SOG-SiO₂の誘電率は約2.9程度、ポリイミドの誘電率は約3.4程度にすることが可能で、それぞれCVD-SiO₂の誘電率(約4.1)よりも低くなる。SOG-SiO₂やポリイミドは、CVD-SiO₂よりも強度が低い。よって、これら低誘電率絶縁膜を、層間絶縁膜として用いたダマシン構造は強度が低くなる。このため、従来のCMPでは、低誘電率絶縁膜中に形成されたワイヤリングトレンチに埋め込まれた金属配線がゆがんでしまう、ことがある。

【0065】これに対し、上記一実施形態に係るCMPによれば、被研磨面23が平坦になった後、研磨パッド13がスラリー20の層上でスリップするので、被研磨面23に加わる力が減少する。このため、金属配線のゆがみの発生を抑制することができる。

【0066】このように、この発明では、構造的な強度が低い箇所においても、CMPが可能になる、という効果を得ることができる。

【0067】次に、この発明のいくつかの変形例を説明する。

【0068】まず、“シンニング”の抑制について説明する。

【0069】“シンニング”とは、図15に示すように、たとえばストップ膜41が削られてしまう現象である。ストップ膜41が削られて消失してしまえば、CMPによる加工精度が著しく損なわれてしまう。

【0070】図16は、上記一実施形態に係るCMPにおけるシリカ粒子濃度と窒化シリコンのシンニング量との関係を示す図である。

【0071】図16に示すように、砥粒であるシリカ粒子の濃度を低くすることによって、窒化シリコン(ストップ膜)のシンニング量は減少する傾向が確認された。

【0072】実際には、シリカ粒子濃度は、シンニング量の許容範囲によって調整されるが、たとえば許容範囲が20(nm)程度である場合には、シリカ粒子濃度は、8(wt%)以下にすることが望ましい。

【0073】次に、研磨速度および面内均一性について説明する。

【0074】図17は、荷重と研磨速度との関係および荷重と面内均一性との関係を示す図である。

【0075】図17に示すように、ウェーハ12に掛ける荷重を増加させることによって研磨速度は向上し、かつ面内均一性も向上する傾向が確認された。

【0076】図17に示す結果から、ウェーハ12に掛ける荷重は、約300(g/cm²)程度が好ましい。

【0077】次に、スラリーについて説明する。

【0078】上記一実施形態では、溶媒として無機系アルカリ水溶液を使用した。しかし、溶媒としては、有機系アルカリ水溶液においても、同様の現象が確認された。

【0079】図18(A)は、有機系アルカリ水溶液の特性を示す図である。

【0080】図18(A)に示すように、ヒドロキシセルロースを添加した有機系アルカリ水溶液の場合においても、アルカリ濃度が約1(wt%)以下になると、粘度が急上昇する傾向が確認された。なお、有機系アルカリ水溶液は、トリエタノールアミン水溶液である。図18(A)に示す傾向は、図10に示した傾向と同様の傾向である。したがって、スラリーとして、砥粒および粘度を可変とするための添加剤を含んだ有機系アルカリ水溶液を用いた場合でも、上記一実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0081】図18(B)は、純水による希釈倍率とペーハーとの関係を示す図である。

【0082】図18(B)には、それぞれ3%、5%、10%有機アルカリ(トリエタノールアミン)、0.50%、0.75%、1.25%アンモニアの6種類の水溶液と、純水による希釈倍率との関係が示されている。なお、コロイダルシリカとヒドロキシセルロースの濃度は、それぞれ10(wt%)、0.25(wt%)とした。

【0083】図18(B)に示すように、純水で希釈することにより、ペーハーは減少し、10倍以上希釈した場合には、ペーハーは10程度に低下する傾向が確認された。

【0084】このようにアルカリの濃度を変化させた場合でも、図10や図18(A)に示す傾向と同様な傾向を示す。よって、アルカリの濃度は、プロセスに応じて様々な変形することが可能である。

【0085】また、ヒドロキシセルロースが添加された無機系アルカリ水溶液、およびヒドロキシセルロースが添加された有機系アルカリ水溶液に限らず、図10や図18(A)に示す傾向を示すようなスラリーであれば、この発明に係るCMPに用いることができる。

【0086】たとえば上記一実施形態では、ポリシリコンをCMPしたために、アルカリ性溶媒を使用した。酸性溶媒を使用することもできる。酸性溶媒は、主として金属、たとえばアルミニウム等をCMPする場合に使用される。酸性溶媒を使用した場合でも、図10や図18(A)に示す傾向を示すようなスラリーであれば、この発明に係るCMPに用いることができる。

【0087】なお、アルカリ性の溶媒は上記ポリシリコンの他、SOG-SiO₂等の低誘電率絶縁物をCMPする時に有効である。

【0088】また、上記一実施形態では、粘度を可変と

するための添加剤としてセルロース類(ヒドロキシセルロース)を使用した。しかし、粘度を可変とするための添加剤としては、上記セルロース類の他に、水溶性高分子剤、多糖類、および界面活性剤などを用いることができる。

【0089】使用可能なセルロース類の具体例としては、上記ヒドロキシセルロースの他、メチルセルロースなどがある。

【0090】また、使用可能な水溶性高分子剤の具体例としては、ポリビニルピロリドン(PVP)、ポリビニルアルコール(PVA)、ポリスター、ハイセツトなどがある。

【0091】また、使用可能な多糖類の具体例としては、セルデックス、キトサン、プルランなどがある。

【0092】また、使用可能な界面活性剤の具体例としては、テクスノール、ニューコールなどがある。

【0093】さらに、砥粒としてコロイダルシリカを例示したが、その他の砥粒を用いることも可能である。

【0094】使用可能な砥粒の具体例としては、窒化シリコンがある。窒化シリコンを砥粒に用いたスラリーの一例は、無水マレイン酸にポリビニルピロリドンを混合したものである。

【0095】このように溶媒としての無水マレイン酸に、砥粒として窒化シリコン粒子、および粘度を可変とする添加剤としてポリビニルピロリドンを混合したスラリーにおいても、上記一実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0096】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明によれば、“スクラッチング”の増加を抑制しつつ、“ディッシング”を抑制できる半導体装置の製造方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1はこの発明の一実施形態に係るCMPに用いたCMP装置を示す図。

【図2】図2はこの発明の一実施形態に係るCMPの主要な工程を示す図。

【図3】図3はこの発明の一実施形態に係るCMPの主要な工程を示す図。

【図4】図4はこの発明の一実施形態に係るCMPの主要な工程を示す図。

【図5】図5はこの発明の一実施形態に係るCMPの主要な工程を示す図。

【図6】図6(A)は図2中の破線枠6A内を拡大した拡大図、図6(B)は図6(A)中の破線枠6B内を拡大した拡大図。

【図7】図7(A)は図3中の破線枠7A内を拡大した拡大図、図7(B)は図7(A)中の破線枠7B内を拡大した拡大図。

【図8】図8(A)は図4中の破線枠8内を拡大した拡大図(CMP初期～CMP中期)、図8(B)は図4中

の破線枠8内を拡大した拡大図(CMP中期～CMP終期)。

【図9】図9は図5中の破線枠9内を拡大した拡大図。

【図10】図10はスラリー中のアルカリ濃度とスラリーの粘度との関係、およびスラリー中のアルカリ濃度とスラリーのペーハーとの関係を示す図。

【図11】図11は実験に使用した段差パターンを持つウェーハの概要を示す断面図。

【図12】図12はトレンチ幅とディッシング量との関係を示す図。

【図13】図13(A)～図13(C)はそれぞれ固定砥粒型の砥石とウェーハのうねりとの関係を示す図。

【図14】図14(A)～図14(C)はそれぞれこの発明の一実施形態に係るCMPにおける研磨パッドとウェーハのうねりとの関係を示す図。

【図15】図15は“シンニング”を説明するための断面図。

【図16】図16はシリカ粒子濃度とシンニング量との関係を示す図。

【図17】図17は荷重と研磨速度との関係および荷重と面内均一性との関係を示す図。

【図18】図18(A)はスラリー中のアルカリ濃度とスラリーの粘度との関係、およびスラリー中のアルカリ濃度とスラリーのペーハーとの関係を示す図、図18(B)は純水による希釈倍率とペーハーとの関係を示す図。

【図19】図19は“ディッシング”を説明するための断面図。

【図20】図20は“スクラッチング”を説明するための平面図。

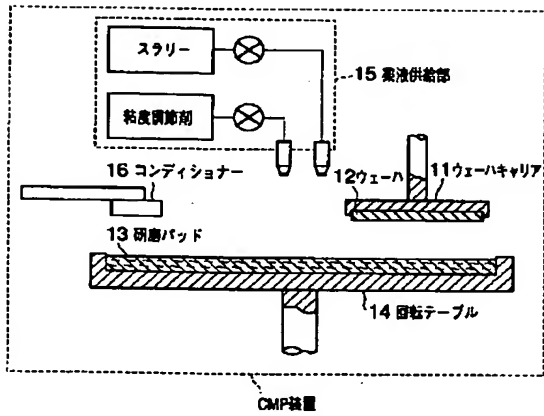
【符号の説明】

- 11…ウェーハキャリア、
- 12…ウェーハ、
- 13…研磨パッド、
- 14…回転テーブル、
- 15…薬液供給部、
- 16…コンディショナー、
- 17…スラリー槽、
- 18…ノズル、
- 19…バルブ、
- 20…スラリー、
- 21…トレンチ、
- 22…ポリシリコン膜、
- 23…ウェーハの被研磨面、
- 24…微小気泡、
- 25…コロイダルシリカ、
- 27…粘度調節剤槽、
- 28…ノズル、
- 29…バルブ、
- 30…粘度調節剤、

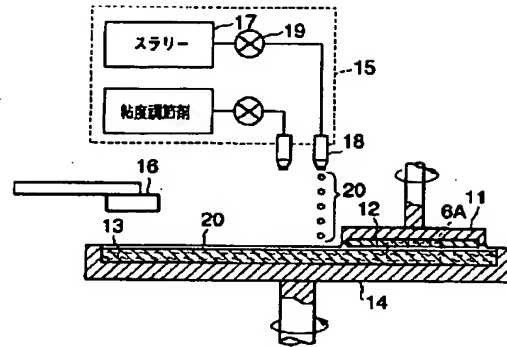
32...凹部、
33...研磨パッドの研磨面、

34...研磨パッドの再生面、
41...ストップ膜。

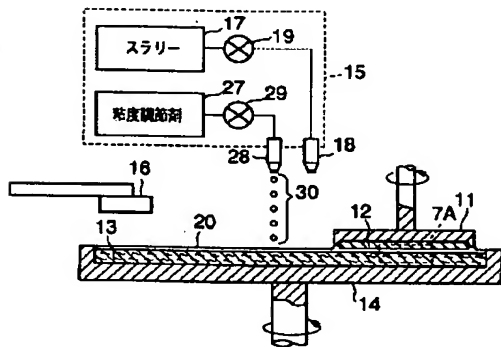
【図1】



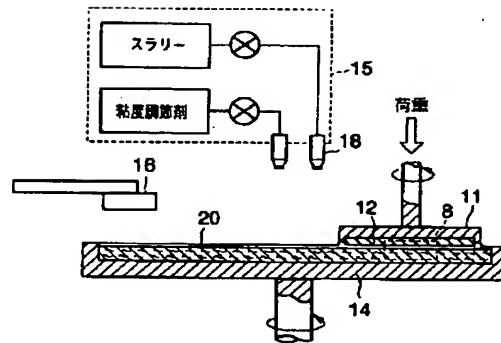
【図2】



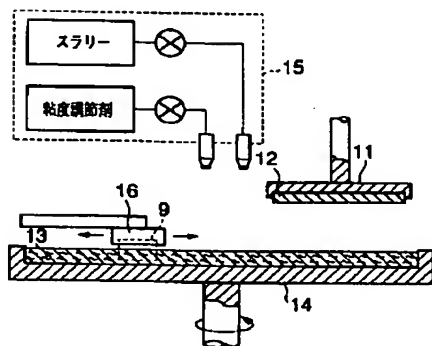
【図3】



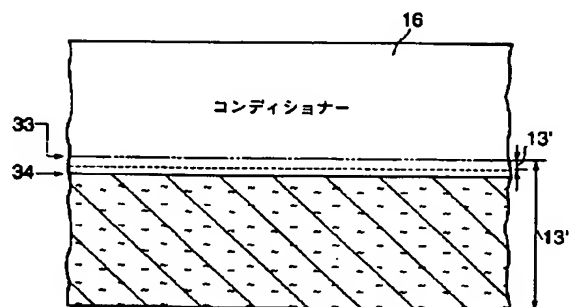
【図4】



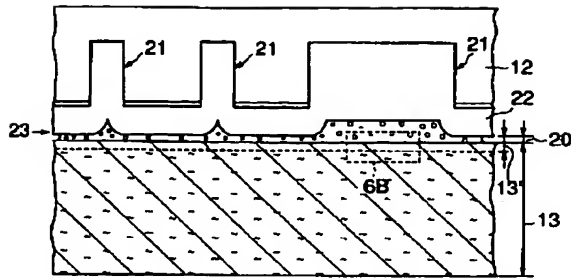
【図5】



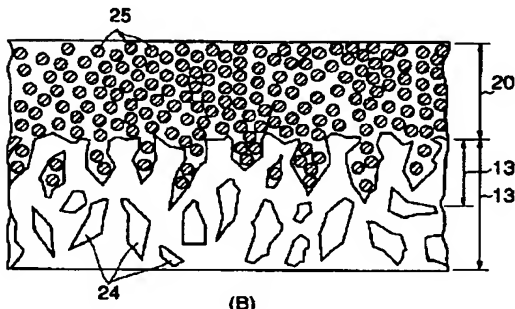
【図9】



【図6】

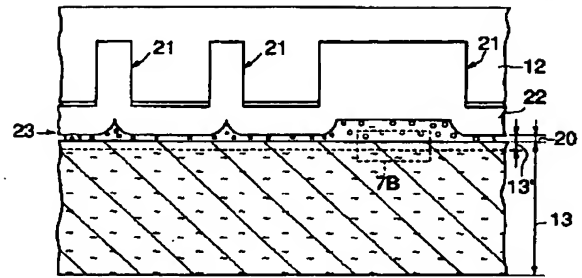


(A)

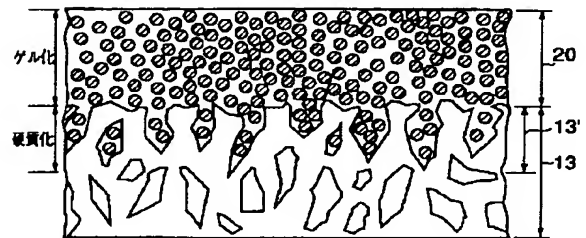


(B)

【図7】

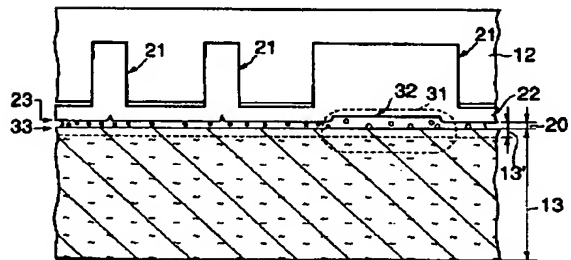


(A)

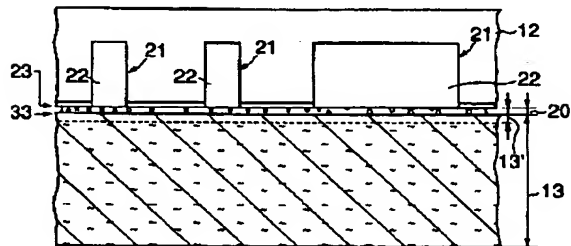


(B)

【図8】

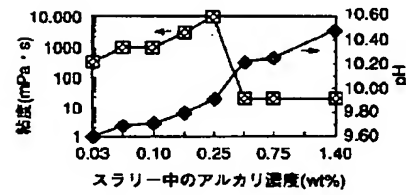


(A)

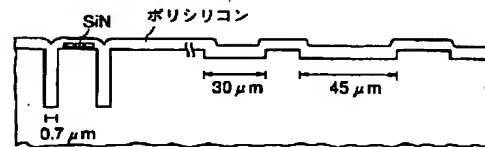


(B)

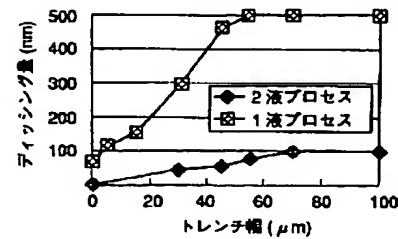
【図10】



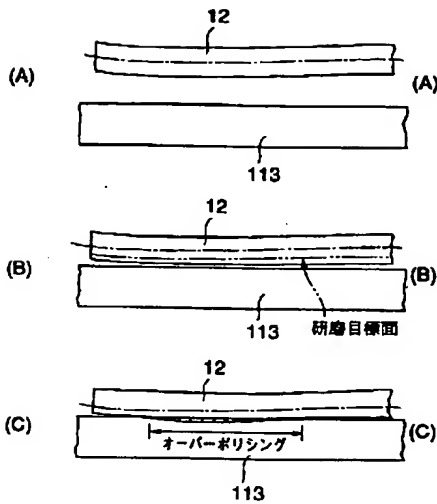
【図11】



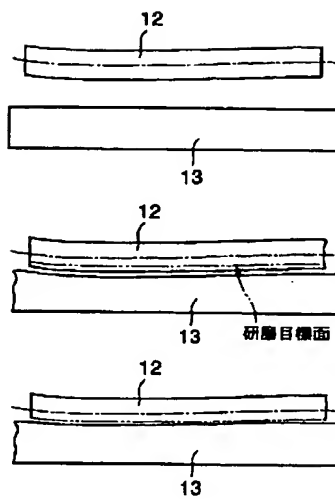
【図12】



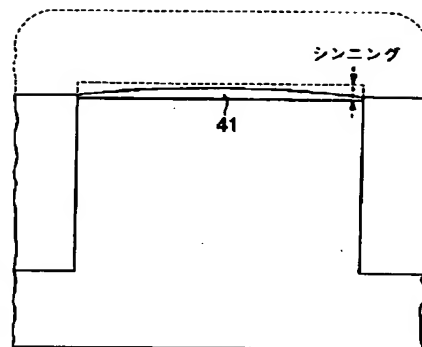
【図13】



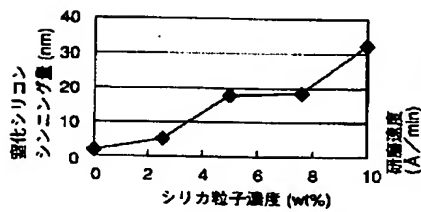
【図14】



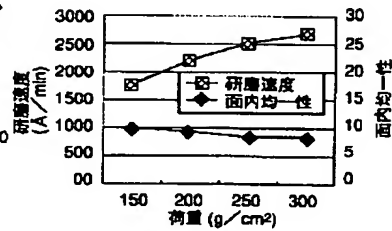
【図15】



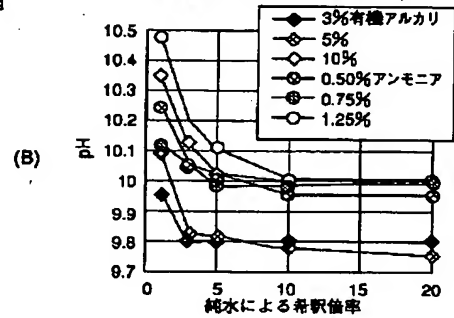
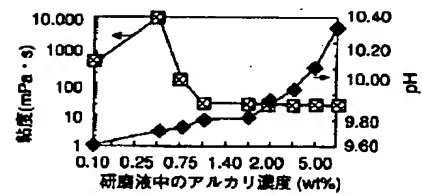
【図16】



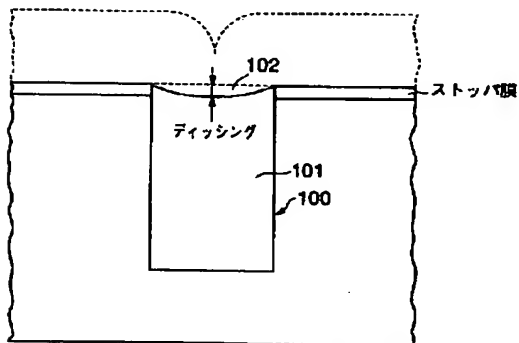
【図17】



【図18】



【図19】



【図20】

